



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMERRI DE TIZI-OUZOU  
FACULTÉ DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DÉPARTEMENT D'ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

*Mémoire de fin d'étude*

*En vue de l'obtention du diplôme de master en sciences Ecologiques*

*Spécialité : Ecologie animale*

## **Thème**

Diversité des Formicidae selon un gradient de pollution et recherche des espèces bio indicatrices à Fréha.

### **Présenté par :**

**Chelouaou Warda**

**Kana Samia**

### **1. Devant le jury composé de :**

<b>Président : M. Ramdini R.</b>	<b>MCB</b>	<b>UMMTO</b>
<b>Promotrice : Mme Ali Ahmed-Sadoudi D.</b>	<b>Professeur</b>	<b>UMMTO</b>
<b>Co-promoteur : M. Sadou S.</b>	<b>MAB</b>	<b>UMMTO</b>
<b>Examinatrice: Mme. Oubellil.</b>	<b>MAA</b>	<b>UMMTO</b>

Année universitaire : 2023/2024

## *Remerciement*

*Nous tenons à remercier le Bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage afin de mener ce projet à terme.*

*Notre profonde gratitude s'adresse à notre promotrice Madame Sadoddi Ali Ahmed D. d'avoir accepté de diriger ce travail, de nous permettre d'avancer dans notre mémoire.*

*Nos remerciements s'adressent à notre Co-promoteur Monsieur Sadou S. pour ses conseils et son suivi et ses orientations.*

*Nous remercions également Monsieur Ramdini pour nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le Jury.*

*Nous remercions également Madame Oubellil d'avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nous tenons à remercier tout le personnel de station-service ALLAM pour leurs aide et leurs patiencez et compréhension, on leurs sont très reconnaissantes.*

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail .....*

*Mes très chers parents*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance et j'espère que votre bénédiction m'accompagne toujours.*

*Puisse Dieu, le très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*Mes chers sœurs « Tassadit et Souad », mon frère « Mehdi » je leurs souhaite tout le succès, tout le bonheur.*

*Mon amie, ma binôme Samia, en souvenir des plus beaux instants qu'on a passé ensemble, je te souhaite une bonne continuation.*

*Mes chers ami(e)s, avec qui j'ai passé une merveilleuse année « Asma, Feriel, Rabab, Celia, Kamelia et Nafissa » merci pour votre présence et votre amour, et particulièrement ma chère copine, ma sœur « Melissa », qui a toujours été là pour moi dans les bons et les mauvais moments, merci pour ton amitié fidèle et ton encouragement constant.*

*A toute personne ayant contribué chacune à sa manière au bon accomplissement de notre projet.*

*Warda*

## *Dédicace*

*Ce modeste travail est dédié spécialement*

*« A ma chère Maman, ma raison de vivre, en témoignage de ma reconnaissance pour sa patience, son amour et ses sacrifices. A mon cher Papa pour son amour et son soutien ».*

*« A vous, mes parents, je dis merci d'avoir fait de moi celle que je suis aujourd'hui. Aucune dédicace ne pourra exprimer mes respects, mes considérations et ma grande admiration pour vous. Puisse ce travail vous témoigner mon affection et mon profond amour ».*

*« A mes chères sœurs Saloua et Ouïza, ainsi qu'à mes chers frères Nouredine et Yassine, que Dieu vous garde toujours pour moi ».*

*Ma chère amie, mon binôme Warda, je souhaite que l'amitié qui nous unit persiste pour toujours et que nous arrivions à réaliser nos rêves.*

*Chères amies Melissa, Ferial, , Celia, Radia, Sarah, Kamelia, Nafissa et Rabab ,cette année a été extraordinaire grâce à votre présence et à votre affection.*

*Je vous remercie infiniment pour chaque instant précieux passé ensemble.*

*Samia*

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Anatomie externe de la fourmi (Lager et al., 2015).....	7
Figure 2 Cycle de vie d'une colonie de fourmis (Molet, 2007). ....	9
Figure 3 : Fourmilière de fourmis des bois dont le nid sous un dôme (Cherix et al., 2012)....	10
Figure 4: Localisation géographique de la région d'étude dans la wilaya de Tizi-Ouzou (D.P.A.T., 2008).....	18
Figure 5 : Situation géographique de la station-service Ailam (Google earth ,2024).....	22
Figure 6 : pièges-trappes en place (photo originale, 2024) .....	25
Figure 7 : Plan expérimental des pièges-trappe dans la station d'étude.....	26
Figure 8: illustration de certaines espèces de fourmis récoltées (original,2024). ....	35
Figure 9 : Proportion des sous familles dans le site d'étude .....	35
Figure 10 : Importance des sous-familles, des genres et des espèces de fourmis capturés à Fréha.....	36
Figure 11 : Courbe de Rang-abondance pour l'abondance relative.....	37

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Classification scientifique des fourmis .....	12
<b>Tableau 2</b> : répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi Ouzou pour la période de 2024. ....	27
<b>Tableau 3</b> : les températures maximales, minimales et moyennes de Tizi-Ouzou. ....	28
<b>Tableau 4</b> : :les températures maximales, minimales et moyennes de la région de Fréha. ....	29
<b>Tableau 5</b> : Les espèces recensées dans le site d'étude.....	40
<b>Tableau 6</b> : Fréquences d'occurrences ou centésimales (Fc%) des Formicidae échantillonné .....	47
<b>Tableau 8</b> : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon l'indice de Simpson et l'indice d'équitabilité dans le site d'étude.....	49

## **SOMMAIRE**

Introduction .....	1
CHAPITRE I : Synthèse bibliographique .....	3
I.1 Généralités sur les fourmis .....	4
I.2 Anatomie des fourmis.....	6
I.3 Composition de la colonie .....	8
I.4 Reproduction .....	8
I.4.1 Cycle de développement .....	9
I.5 Habitat des fourmis.....	9
I.6 Régime alimentaire.....	10
I.7 Fourmis comme bio indicatrices.....	11
I.8 Répartition des fourmis .....	12
I.8.1 Dans le monde .....	12
I.8.2 En Algérie .....	12
I.9 Pollution.....	13
I.9.1 Effets de la pollution .....	13
I.9.2 Produits pétroliers et hydrocarbures.....	14
CHAPITRE II : Présentation de la région d'étude .....	16
II.1 Présentation de la région d'étude (Fréha) .....	17
II.2 Situation géographique et administrative.....	17
II.3 Relief et pentes.....	18
II.4 Végétation .....	18
II.5 Climat.....	18
II.5.1 Facteurs climatiques de la région .....	19
II.6 Présentation de la station-service de Frèha (AILLAM).....	21
CHAPITRE III : Matériel et méthodes .....	22
III.1 Méthodologie du travail .....	23
III.2 Méthodes utilisées sur terrain .....	23
III.2.1 Méthode des pièges-trappes.....	23

III.2.2	Méthode manuelle .....	26
III.2.3	Méthodes utilisées au laboratoire .....	26
III.3	Traitement des données.....	27
CHAPITRE IV : Résultat et discussion .....		30
IV.1	Résultats.....	31
IV.1.1	Contribution des espèces pour chaque sous-famille.....	35
IV.1.2	Abondance relative des fourmis dans le site d'étude .....	35
IV.1.3	Fréquences d'occurrences ou centésimales des fourmis .....	36
IV.1.4	Diversité du peuplement .....	38
IV.1.5	Comparaison des points d'échantillonnage. ....	40
IV.2	Discussion .....	40
IV.2.1	Proportions des trois sous-familles dans le site d'étude .....	40
IV.2.2	Formicidae récoltées dans le site d'étude .....	41
IV.2.3	Exploitations des résultats par les indices écologiques .....	41
Conclusion.....		45
Résumé.....		48
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....		50

## Introduction

Les Formicidae, communément appelées fourmis, sont des acteurs majeurs des écosystèmes terrestres. Leur diversité impressionnante, qui compte plus de 16 600 espèces à travers le monde ainsi que leur rôle essentiel dans des processus écologiques tels que la décomposition des matières organiques, la formation des sols et la régulation des populations d'autres insectes, en font des organismes d'étude particulièrement précieux (Hölldobler & Wilson, 1990). Les fourmis, par leur présence ubiquitaire et leur adaptabilité, sont non seulement des éléments clés dans la structuration des communautés biologiques, mais aussi elles sont sensibles aux variations environnementales, ce qui les rend utiles pour évaluer la qualité des habitats.

Les fourmis sont de plus en plus reconnues pour leur rôle en tant que bioindicateurs. Car elles peuvent refléter les impacts des perturbations écologiques, telles que la pollution. Cette capacité est d'autant plus importante dans les contextes où les effets de la pollution peuvent être complexes et variés. Les bioindicateurs, tels que certaines espèces de fourmis, permettent de mesurer les impacts des contaminants sur la biodiversité et la santé des écosystèmes de manière indirecte mais efficace (Philpott & Armbrrecht, 2006).

La pollution environnementale, résultant principalement d'activités humaines telles que l'industrie, l'agriculture et l'urbanisation, engendre des modifications profondes dans les écosystèmes. Les stations-service, en particulier, représentent des environnements où les niveaux de contamination sont élevés en raison des fuites d'hydrocarbures, des produits chimiques et des métaux lourds. Ces sites sont des points critiques pour observer les effets de la pollution sur les communautés biologiques, notamment les fourmis. Les contaminants présents dans ces environnements peuvent altérer les propriétés des sols et des eaux, perturbant ainsi les communautés d'organismes qui y vivent (Barton & Lindhjem, 2016).

Notre travail se concentre sur l'étude de la diversité des Formicidae le long d'un gradient de pollution au sein d'une station-service. L'objectif principal est de déterminer comment les variations des niveaux de pollution influencent la diversité et la composition des communautés

## INTRODUCTION

de fourmis. En parallèle, nous cherchons à identifier les espèces de fourmis qui réagissent de manière sensible aux niveaux de contamination et qui pourraient ainsi servir de bioindicateurs efficaces. La recherche impliquera des méthodes rigoureuses de collecte de données sur le terrain, une identification taxonomique des espèces de fourmis et des analyses statistiques approfondies.

Notre document est organisé en quatre chapitres, le premier est une synthèse bibliographique sur les fourmis et l'impact de la pollution. Le deuxième est une présentation de la région d'étude. Le troisième porte sur la méthodologie de travail effectuée sur le terrain et au laboratoire, ainsi que l'analyse des données (indices et analyses statistiques). Les résultats et leur discussion sont donnés dans le quatrième chapitre sous forme de deux parties séparées, et enfin, une conclusion clôtura ce travail.

# **CHAPITRE I : Synthèse bibliographique**

## I.1 Généralités sur les fourmis

Les fourmis sont des organismes dominants de nombreux écosystèmes, du fait de la biomasse qu'ils représentent, de leur grande diversité et des fonctions fondamentales qu'ils remplissent au sein des écosystèmes terrestres (HOLDOBLER ET WILSON, 1990 ; LACH et al, 2010).

Elles sont un modèle idéal pour l'écologie et l'évolution, car elles ont réussi à modifier leur environnement et à diversifier leur mode de vie en construisant des nids plus complexes ; (arboricoles, souterrains, nomades).

En 2023, plus de 16 600 espèces de fourmis sont reconnues, mais il en reste probablement des milliers à découvrir (Antweb). Les fourmis sont présentes partout sur la planète, à l'exception des pôles. Elles sont particulièrement abondantes dans les forêts et savanes tropicales, où près des deux tiers des fourmis se trouvent. Elles peuvent établir des colonies presque partout sur la planète, et environ 60 % des fourmis exotiques ont été naturalisées, s'adaptant à leur environnement extérieur. Certaines espèces invasives de fourmis, comme la fourmi électrique (*Wasmannia auropunctata*), peuvent mettre en péril les équilibres naturels en causant des dommages aux cultures et à la faune locale. La lutte contre ces espèces envahissantes est un enjeu important pour la préservation de la biodiversité.

Parmi les espèces de fourmis, certaines sont sociales et d'autres non. Les sociales représentent les espèces les plus évoluées. La famille des Formicidae est subdivisée en 8 sous-familles (Antweb).

- **Classification des fourmis**

Les fourmis appartiennent à l'ordre des Hyménoptères et au sous-ordre des Apocrites. Elles sont classées dans la famille des Formicidae. Cette dernière renferme environ 15983 espèces de fourmis décrites dans le monde, regroupées en 464 genres et en 20 sous-familles (Bolton, 2024). Parmi les sous-familles les plus importantes citons :

**Formicinae** : Ce groupe comprend les fourmis les plus courantes, comme les fourmis charpentières, les fourmis des jardins et les fourmis moissonneuses. Elles se caractérisent par l'absence du pétiote, qui est un segment étroit reliant l'abdomen au thorax

**Myrmicinae** : Ce groupe comprend les fourmis les plus petites, comme les fourmis de feu, les fourmis acrobates et les fourmis pièges à mâchoires. Elles se caractérisent par leur manque de pétiote et leur abdomen en forme de massue.

**Ponerinae** : Comprend des fourmis plus primitives, souvent carnivores, avec des comportements de chasse développés. Elles se trouvent généralement dans des environnements tropicaux ou subtropicaux.

**Dolichoderinae** : Connues pour leur capacité à produire des phéromones, ces fourmis ont souvent des colonies très structurées. Elles sont fréquemment observées dans les forêts et les zones urbaines.

**Leptanillinae** : Ce groupe est moins connu et comprend des espèces souvent souterraines. Elles ont des morphologies adaptées à la vie dans le sol. Elles vivent principalement dans des habitats forestiers ou sous terre.

**Dorylinae** : Comprend les fourmis légionnaires, qui sont connues pour leurs comportements de chasse en masse. Elles ont une morphologie spécialisée pour la prédation. Elles se trouvent principalement dans les forêts tropicales.

**Proceratiinae** : Moins diversifiées, ces fourmis sont souvent associées à des habitats spécifiques et ont des comportements uniques, comme la construction de nids dans des matériaux organiques. Elles préfèrent généralement les forêts tropicales.

**Amblyoponinae** : Ces fourmis sont souterraines et ont des morphologies adaptées à leur mode de vie caché. Elles sont moins visibles et moins étudiées et elles vivent principalement dans des habitats forestiers humides.

Les fourmis sont également divisées en un certain nombre de tribus et de genres, qui sont basés sur des caractéristiques plus spécifiques, telles que la structure de la mandibule, la forme de l'antenne et la sculpture du corps.

- **Classification scientifique des fourmis :**

Latreille (1809) attribue aux Formicidae la systématique suivante :

Règne :	Animalia
Embranchement :	Arthropoda
Sous-embranchement :	Hexapoda
Classe :	Insecta
Sous-classe :	Pterygota
Ordre :	Hymenoptera
Sous-ordre :	Apocrita
Super-famille :	Vespoidea
Famille :	Formicidae

---

## I.2 Anatomie des fourmis

Les Formicidae, présentent une anatomie spécifique (Fig.1) qui contribue à leur succès en tant qu'insectes sociaux. Voici quelques caractéristiques de l'anatomie des fourmis :

- **Morphologie**

Le corps des fourmis est composé de trois segments qui sont la tête, le thorax et l'abdomen.

Une fourmi peut mesurer de 0,75 à 53 mm. La majorité des espèces sont rouges et noires. Seules quelques espèces sont jaunes, vertes ou présentent un éclat métallique (Grasso et Castracani, 2013).

## ➤ Tête

Elle est principalement composée de deux antennes et pièces buccales ou mandibules. Les antennes, composées de plusieurs segments et recouvertes de cils tactiles, sont des organes sensoriels ayant pour fonction le goût, le toucher et l'odorat. Elles sont utilisées pour la communication. Les mandibules, dures et cornées, formant la partie supérieure de la mâchoire, servent à saisir et à broyer la nourriture ou à la porter jusqu'à la fourmilière. Les deux yeux de la fourmi sont constitués d'une centaine de facettes qui donnent aux fourmis une vision large de 180°. Chez les reines et les mâles, on retrouve, sur leur front, trois petits yeux appelés ocelles et disposés en triangle sur le sommet de la tête (Belfadel et Diaf, 2014).

## ➤ Thorax

Il est situé entre la tête et l'abdomen, il est composé de trois anneaux, chacun portant une paire de pattes. Le prothorax est le segment antérieur autour duquel la tête s'articule. Viennent ensuite le mésothorax puis le métathorax. Le pétiote est l'articulation entre le thorax et l'abdomen (Belfadel et Diaf, 2014).

## ➤ Abdomen

Il constitue la partie postérieure de la fourmi séparée en 11 ou 12 parties qui sont des segments abdominaux. Il renferme des cavités digestives comme le jabot social ou estomac social et le gésier ou estomac (Belfadel et Diaf, 2014).

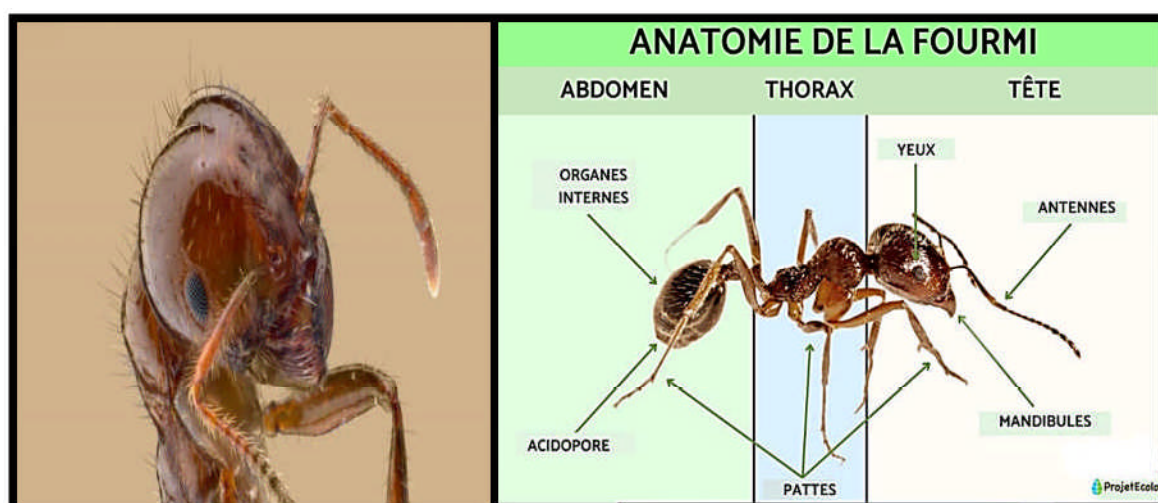


Figure 1 : Anatomie externe de la fourmi (Lager et al., 2015).

## I.3 Composition de la colonie

Les fourmis comptent parmi les insectes sociaux les mieux connus et les plus évolués. Parmi les femelles, deux ou trois castes différentes sont, en général, distingués :

- **La reine** : est un individu fertile et morphologiquement différencié des ouvrières. Sa tête est peu différente de celle des ouvrières, à part la forme des yeux plus larges et la présence d'ocelles. Le thorax est complet, large avec un scutellum et toutes les sutures sont entourées par des sillons. Les ailes antérieures sont plus grandes mais possèdent, au plus, huit cellules fermées et treize nervures (Bernard, 1951).
- **Les ouvrières** : stériles et aptères ; elles s'occupent de la construction du nid, du ravitaillement et des soins au couvain (Bellman, 1999).
- **Les mâles** : n'apparaissent qu'à certaines périodes précises de l'année qui est la période de reproduction (variable selon les espèces). Ils ont presque toujours des ailes bien développées, comme les jeunes reines, qui naissent au même moment, et leur seule tâche consiste à féconder ces jeunes reines. Ils meurent juste après le vol nuptial (Bellmann, 1999).

## I.4 Reproduction

La reine est la seule femelle fertile de la colonie, c'est l'une des caractéristiques des insectes sociaux : une division de la reproduction. Elle n'est fécondée qu'une seule fois au moment du vol nuptiale. Une fois fécondée elle part faire son nid, elle s'arrache les ailes et commence à pondre (une centaine d'œufs par jour). C'est la reine elle-même qui détermine le choix du sexe de ses larves.

## I.4.1 Cycle de développement

Le cycle de développement des fourmis se déroule en quatre étapes principales (Fig. 3) : Œuf ; Larve ; Nymphe ; Fourmi adulte.



**Figure 2** Cycle de vie d'une colonie de fourmis (Molet, 2007).

## I.5 Habitat des fourmis

Voici quelques aspects de leur habitat :

**Galeries souterraines** : Certaines fourmis vivent dans des galeries souterraines, tandis que d'autres sont arboricoles, cas de fourmis de l'espèce *Lasius flavus*.

**Arbres en décomposition** : Quelques espèces de fourmis habitent des arbres en décomposition ou sous les sous-pentes des maisons dans les vieilles charpentes moisies et non entretenues : les fourmis charpentières.

**Fourmilières** : Les fourmilières sont constituées de dômes composés de brindilles, de terre, de graviers et de débris végétaux, et on les trouve sous les dalles et pavés extérieurs, dans les jardins ; exemple : les fourmis rouges.

**Champignon culture** : Les fourmis champignonnistes creusent des réseaux de galeries et cultivaient des champignons. Cas des fourmis *Atta*.

**Arbres** : Quelques espèces de fourmis vivaient dans des arbres en décomposition ou sous les sous-pentes des maisons, comme les fourmis tisserandes (*Oecophylla*).

Le choix de l'habitat dépend de l'espèce de fourmi et de son environnement local. Les fourmis sont adaptables et peuvent occuper divers milieux, allant des zones humides au désert.



**Figure 3 :** Fourmilière de fourmis des bois dont le nid sous un dôme (Cherix et al., 2012).

### I.6 Régime alimentaire

Les fourmis ont un régime alimentaire varié qui dépend de l'espèce et des ressources disponibles dans leur environnement. Les fourmis sont, pour la plupart, omnivores et leur régime alimentaire est relativement varié étant donné qu'elles peuvent l'adapter en fonction des ressources du milieu (Hulle et al., 1998). Certaines espèces se nourrissent de liquides sucrés, de fruits, de morceaux de viande, d'insectes et de petits invertébrés morts ou vivants. D'autres espèces sont granivores et se nourrissent principalement de graines, tandis que d'autres sont carnivores et consomment des proies animales, généralement des insectes ou de petits animaux. Certaines espèces de fourmis cultivent des champignons (Ex : le genre *Messor*) à l'intérieur même de la fourmilière pour nourrir leurs larves, tandis que d'autres stockent des graines dans des greniers prévus à cet effet. Les fourmis ne mangent pas tous les aliments de la même manière, et leur régime alimentaire peut varier en fonction de leur stade de développement et de leur caste. Les restes d'aliments non consommés doivent être retirés de la fourmilière pour éviter les problèmes de santé de la colonie.

### I.7 Fourmis comme bio indicatrices

Les fourmis sont considérées comme des bio indicateurs c'est-à-dire qu'elles servent à mesurer l'état de l'environnement et à identifier les changements écologiques.

Les fourmis sont généralement les organismes les plus dominants dans les écosystèmes qu'elles occupent. Elles peuvent dépasser, en biomasse, la plupart des autres groupes et remplissent un grand nombre de fonctions écologiques (Hölldobler et Wilson, 1990).

Elles sont largement distribuées dans tous les types d'habitat, occupent une position centrale dans les écosystèmes et sont sensibles aux variations environnementales. En tant que bio indicateurs, les fourmis offrent plusieurs avantages :

**Elles occupent une large variété de niches écologiques :** Les fourmis sont présentes dans une grande variété d'habitats et occupent une place importante dans les chaînes trophiques (Satta *et al.* 2012).

**Réponse sensible aux perturbations :** Les populations de fourmis sont influencées par les modifications de l'environnement, ce qui permet de mesurer la qualité de celui-ci (Tiede *et al.* 2017).

**Indicateurs de la biodiversité :** La composition des communautés de fourmis est souvent corrélée à celle d'autres invertébrés, ce qui permet d'évaluer la biodiversité globale.

**Efficientes recycleuses naturelles :** Les fourmis contribuent à la dégradation des matériaux organiques et aux cycles biogéochimiques, ce qui influence indirectement la productivité des écosystèmes (Le Hir, 2014).

Des études menées dans différents pays ont montré que les fourmis peuvent servir de bio indicateurs pour évaluer la santé des écosystèmes, notamment dans le contexte de la restauration des sites miniers, des forêts tropicales et des zones distribuées (Alain lenoir, 2023).

Des études ont montré que la richesse spécifique des fourmis est liée à celle d'autres taxons, telles que les proies, ce qui peut expliquer des corrélations entre la diversité des fourmis et celle d'autres groupes taxonomiques.

Les fourmis sont également utilisées comme bio indicateurs pour suivre l'impact des activités humaines, comme la déforestation, l'agriculture intensive, la pollution et les changements climatiques. Par exemple, les fourmis rouges (*Formica rufa*) sont souvent citées comme bio indicateurs de l'équilibre forestier, car elles sont sensibles aux changements de leur écosystème.

## I.8 Répartition des fourmis

### I.8.1 Dans le monde

Les fourmis sont présentes dans tout le monde, mais elles sont absentes des pôles et de vastes parties de l'Antarctique (Guénard *et al.*, 2017). Les régions équatoriales et tropicales abritent la majorité des espèces de fourmis, tandis que les régions tempérées et polaires en comptent moins.

En raison de l'immense diversité des espèces et de la difficulté d'accès à certaines régions, la connaissance exacte de la répartition mondiale des fourmis reste incomplète. Cependant, une carte interactive nommée ANTMAP, créée par Dr Guénard et Dr Economo, en 2017, offre une vision globale des 15 000 espèces de fourmis répertoriées. Il est important de noter que la carte interactive et les données disponibles sont toujours en évolution, et que de nouveaux travaux scientifiques continuent d'augmenter notre compréhension de la répartition des fourmis dans le monde (Anonyme, 2024).

La répartition des fourmis permet de distinguer diverses catégories :

En fonction de l'altitude, nous pouvons distinguer des espèces de basse altitude (ne dépassant guère 1000 m), des montagnardes et des espèces à large extension altitudinale.

En fonction du couvert végétal, nous avons des espèces de lieux découverts, des euforestières et des mésos forestiers.

Nous appelons transgressives (anthropophiles), les espèces introduites partout avec les cultures, le pâturage et les déboisements.

### I.8.2 En Algérie

La répartition des fourmis en Algérie a été étudiée dans diverses publications scientifiques. Une étude menée par Amara *et al.* (2020) a examiné la diversité des communautés de fourmis dans la steppe présaharienne de l'Algérie. Cette recherche a permis de mieux comprendre la richesse et la composition des communautés de fourmis dans cette région spécifique.

Il est important de noter que les fourmis sont présentes dans divers habitats en Algérie, contribuant à l'équilibre écologique et jouant un rôle essentiel dans les écosystèmes locaux. Les études sur la répartition des fourmis dans le pays offrent des informations précieuses pour la conservation de la biodiversité et la gestion des écosystèmes naturels en Algérie

La répartition des fourmis en Algérie a été étudiée en examinant la diversité des communautés de fourmis dans différentes régions du pays. Par exemple, d'autres publications ont été publiées dans différentes régions d'Algérie, traitant la diversité des communautés de fourmis (Cagniant, 1972 ; Bareche et al., 2017 ; Hamecha et al., 2021 ; Sadou et al., 2021).

### **I.9 Pollution**

La pollution couvre une variété de phénomènes qui altèrent l'environnement et la santé humaine. Voici quelques aspects clés de la pollution :

#### **I.9.1 Effets de la pollution**

##### **I.9.1.1 Effets sur la santé**

La pollution a des effets significatifs sur la santé humaine, avec des conséquences à la fois à court et à long terme.

##### **I.9.1.2 Effets environnementaux**

Les effets environnementaux de la pollution comprennent divers domaines, tels que l'écosystème, le climat et les ressources naturelles. Voici quelques aspects clés de cette question :

**Impacts sur l'écosystème :** La pollution peut perturber les habitats et les interactions biologiques entre les espèces, entraînant des modifications de la structure et de la dynamique des écosystèmes.

**Modification du climat :** La pollution, principalement celle due aux gaz à effet de serre, joue un rôle dans le réchauffement et les changements climatiques.

**Altération des ressources naturelles :** La pollution peut nuire à la qualité des eaux, des sols et des airs, affectant ainsi les ressources vitales pour l'humanité et la faune sauvage.

**Effets sur la biodiversité :** La pollution peut entraîner la disparition d'espèces, la fragmentation des populations et la diminution de la diversité génétique.

#### **I.9.2 Produits pétroliers et hydrocarbures**

##### **I.9.2.1 Produits pétroliers**

La production de produits pétroliers s'effectue par le biais de différentes étapes de séparation et de transformation du pétrole brut. On parle alors de raffinage du pétrole ; le pétrole

est distillé pour séparer les différentes coupes en fonction de la température d'ébullition de chacune (BRGM, 2014).

Les trois principales « coupes » pétrolières sont les légers (les composés gazeux, les essences dont la température d'ébullition se situe entre 40 et 210 °C), les moyens (kérosène, diesel et fuel domestique dont la température d'ébullition se situe entre 170 et 360 °C) et les lourds (fuel lourd ou résidus) (Colombano *et al.*, 2014).

### I.9.2.2 Les hydrocarbures

Dans le langage courant, quand on parle d'hydrocarbure, on se réfère au gaz naturel, au pétrole et au charbon, des énergies fossiles.

### I.9.2.3 Effets des hydrocarbures

#### I.9.2.3.1 Effets sur les fourmis

Les hydrocarbures jouent un rôle crucial dans la vie des fourmis. Ils servent à plusieurs fins :

**Reconnaissance coloniale** : les hydrocarbures permettent aux fourmis de reconnaître leurs congénères et de différencier les individus de la même espèce. Les variations dans le profil d'hydrocarbures des fourmis peuvent indiquer leur sous-caste ou leur rôle dans la colonie (Layton *et al.*, 1994 ; Nielsen *et al.*, 1999 ; Tissot *et al.*, 2001 ; Lucas *et al.*, 2004 ; Dronnet *et al.*, 2006).

**Marquage territorial et du nid** : les fourmis déposent des hydrocarbures sur le substrat où elles passent, ce qui permet de marquer leur territoire et de reconnaître leur nid. ces hydrocarbures se retrouvent également dans les matériaux du nid (Howard & Blomquist, 2005).

**Communication et signalisation** : les hydrocarbures sont utilisés pour communiquer et signaler aux autres fourmis. les ouvrières infectées par le champignon *Rickia*, par exemple, ont un profil d'hydrocarbures différent, ce qui permet aux autres fourmis de les reconnaître et de les évacuer de la colonie (Csata *et al.*, 2022).

➤ Les hydrocarbures peuvent avoir plusieurs effets nocifs sur les fourmis notamment :

**Toxicité directe** : les hydrocarbures peuvent être toxiques pour les fourmis lorsqu'elles entrent en contact avec eux. Ils peuvent entraîner la mort des individus exposés en perturbant les systèmes biologiques, notamment en affectant le système nerveux ou les organes internes.

**Perturbation de l'habitat** : la contamination des sols ou des ressources alimentaires par des hydrocarbures peut détruire l'habitat des fourmis ou rendre leur environnement moins propice à leur survie.

**Altération du comportement** : les hydrocarbures peuvent altérer les comportements normaux des fourmis, comme la recherche de nourriture, la navigation ou la communication entre individus, ce qui peut affecter la structure sociale de la colonie.

**Accumulation de toxines** : les hydrocarbures peuvent s'accumuler dans les tissus des fourmis et, à travers la chaîne alimentaire, affecter les prédateurs des fourmis, perturbant ainsi les écosystèmes.

**Effets sur la reproduction** : les hydrocarbures peuvent affecter la reproduction des fourmis, entraînant des problèmes de développement larvaire ou des défaillances dans la production des œufs.

# **CHAPITRE II : Présentation de la région d'étude**

### II.1 Présentation de la région d'étude (Fréha)

Le site d'étude est localisé au niveau de la région de Tizi-Ouzou, dans la commune de Fréha à proximité de la station-service Ailam.

La description de la commune s'appuie sur le rapport du PDAU de la commune de Fréha de l'année 2011.

### II.2 Situation géographique et administrative

La commune rurale de Fréha se trouve à environ 30 kilomètres à l'est de Tizi-Ouzou, la plus grande ville de la région et à 130 kilomètres d'Alger, la capitale. On peut y accéder par la ville d'Azazga et par les routes nationales 12 et 73 (Fig. 5).

Cette municipalité se situe près de la côte méditerranéenne, à seulement 20 kilomètres de la mer dans la commune voisine d'Azeffoun.

Le territoire de Fréha s'étend sur 68,55 km<sup>2</sup>. Il se trouve, en partie, dans le bassin versant sud de la chaîne montagneuse côtière avec une altitude moyenne au niveau de la mer. La campagne environnante est vallonnée, avec des collines boisées donnant sur la mer au loin.



**Figure 1:** Localisation géographique de la région d'étude dans la wilaya de Tizi-Ouzou (D.P.A.T., 2008).

### II.3 Relief et pentes

Le territoire de la commune présente une géographie à double aspect à savoir :

**Les plaines :** Elles représentent 73% du territoire de la commune, situées sur la vallée de l'oued Sebaou.

Elles sont réputées être des terres agricoles à haut rendement ; c'est en considération de cet aspect, dont le but est de promouvoir l'agriculture, que le territoire a été érigé en commune à vocation essentiellement agricole.

**Les montagnes (Collines) :** Elles représentent 27% du territoire de la commune ; sur lesquelles la plupart des villages sont implantés.

La topographie de la commune alterne entre un relief de colline avec une altitude moyenne de 350 mètres et une topographie de plaines le long de l'Oued Sebaou et de l'Oued Diss.

La commune de Fréha compte sur son territoire des oueds et cours d'eaux dont les principaux sont :

**L'oued Sebaou :** Il constitue la limite Sud de la commune.

**L'oued Diss :** C'est un cours d'eau de moindre importance qui couvre l'agglomération de Fréha et se déverse dans l'oued Sebaou dont il constitue un affluent notable.

### II.4 Végétation

Fréha est principalement une région agricole caractérisée par des formations herbacées dominées par les graminées mais aussi par les cultures fruitières telles que le figuier, le poirier, l'oranger et la vigne, des cultures maraichères telles que la pomme de terre, le haricot vert et la pastèque ainsi que des cultures céréalières et fourragères (Nemer, 2014).

### II.5 Climat

La nature du climat a un effet vital sur la modification des caractéristiques écologiques des écosystèmes (Ramade 1992).

Le climat de la Kabylie est de type méditerranéen. Il se caractérise par un hiver frais et humide et un été chaud et sèche.

Afin de caractériser les sites prospectés du point de vue bioclimatique, nous allons prendre en considération les deux facteurs les plus prépondérants qui sont les précipitations et

la températures., et cela par extrapolation des données de l'Office National Météorologique issue de la seule station de référence existante au niveau de la wilaya de Tizi-Ouzou (station de Boukhalfa) située à une altitude de 195 m, du fait de l'absence de celles de Fréha (tab.1 et 2) .

### II.5.1 Facteurs climatiques de la région

#### a) Précipitations

Selon Seltzer (1946), les pluies qui tombent en Algérie sont d'origine orographique et torrentielle, elles varient avec l'altitude.

**Tableau 1** : Répartition des précipitations moyennes mensuelles de la région de Tizi Ouzou durant les sept premiers mois de l'année 2024.

	<i>Janvier</i>	<i>février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juliet</i>	<i>Août</i>
<i>Précipitations en mm</i>	57,9	185	31,3	49,3	9,6	0	0,3	0

Le tableau ci-dessus fait ressortir un total de précipitations de 333,4 mm au cours de la période d'étude (2024). Le mois le plus pluvieux est le mois de Février avec une moyenne de 185mm. La plus faible quantité de pluie est enregistrée durant les mois de Juin et août avec une moyenne de 0 mm.

#### b) Températures :

La température est un facteur écologique capital (DREUX, 1980) car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne, de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (RAMADE, 1994).

Selon Seltzer (1946), la température maximale diminue de 0.7°C pour chaque augmentation de 100 mètres en altitude. La température minimale diminue de 0.4°C pour chaque augmentation de 100m.

## CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

La plus basse température mensuelle moyenne (13,8°C) est enregistrée durant le mois de janvier. La température mensuelle moyenne la plus élevée (31°C) est enregistrée durant le mois d'août (tab.2)

**Tableau 2 :** Températures maximales, minimales et moyennes de Tizi-Ouzou.

<i>Mois</i>	<i>Janvier</i>	<i>Février</i>	<i>Mars</i>	<i>Avril</i>	<i>Mai</i>	<i>Juin</i>	<i>Juliet</i>	<i>Août</i>
<i>T°maxi (°C)</i>	18,3	18,6	22,8	23,1	28,1	32,6	37,2	38,4
<i>T°min (°C)</i>	9,3	10,1	11,1	11,5	14,7	19,4	22,5	23,6
<i>T°Moy (°C)</i>	13,8	14,4	17	17,3	21,4	26	29,8	31

### Températures moyennes mensuelles de la région Fréha

La différence d'altitude entre Tizi Ouzou (195m) et Fréha (350m) est de 155m. Selon Seltzer (1946), pour chaque élévation de 100 m d'altitude, les températures minimales diminuent de 0.4°C et les températures maximales de 0.7°C.

La température maximale (M) de la station Fréha :

$$T(M) = \text{Température maximale de Tizi-Ouzou} - (155\text{m} \times 0,7\text{C}^\circ)/100$$

La température minimale (m) de la station Fréha :

$$T(m) = \text{Température minimale de Tizi-Ouzou} - (155\text{m} \times 0,4\text{c}^\circ)/100$$

Les températures moyennes mensuelles de la station Fréha :  $M+m/2$

La température maximale (M) est enregistrée durant le mois d'août de l'ordre de 37,31 °C ; la température minimale (m) est enregistrée au mois de janvier de l'ordre de 8,68°C (tab.3).

**Tableau 3 :** Températures maximales, minimales et moyennes de la région de Fréha.

## CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

Mois	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juliet	Août
$T^{\circ}maxi$ (°C)	17,21	17,51	21,71	22,01	27,01	31,51	36,11	37,31
$T^{\circ}min$ (°C)	8,68	9,48	10,48	10,88	14,08	18,78	21,88	22,98
$T^{\circ}Moy$ (°C)	12,94	13,49	16,09	16,44	20,54	25,14	28,99	30,14

### II.6 Présentation de la station-service de Frèha (AILLAM)

Il s'agit d'une station-service privée située dans la commune de Fréha au bord de la route nationale N° 12 (fig.6).

Aux abords immédiats de la station-service de Fréha, se trouvent le site d'étude et un champ dominé notamment par l'avoine à l'Ouest, la RN°12 à l'Est, un cours d'eau au Nord et un chantier de construction au Sud. Du côté Est de la RN°12, se trouvent diverses constructions à caractère commercial, industriel et des habitations. L'oued Sébaou se situe à environ 470 mètres à l'Ouest de la station.



**Figure 2 :** Situation géographique de la station-service Ailam (Google earth ,2024)

# **CHAPITRE III : Matériel et méthodes**

### **I.1 Méthodologie du travail**

Suite à la visite sur le site d'étude, il a été constaté la présence de rejets importants à proximité de la station-service ; présence de plusieurs sources de rejet (03 sources majeures) sur le long de l'extrémité de la station ; la pollution est imputable à des produits pétroliers. Nous avons constaté aussi la présence de la végétation. Le site est accessible, d'une surface très étendue et le gérant a donné son accord pour le déroulement de l'étude.

Nous avons réalisé une étude sur les effets des rejets de produits pétroliers sur les espèces des Formicidae à proximité de la station-service. L'étude est effectuée en deux étapes, la première a consisté en des sorties faites sur le terrain pour l'échantillonnage des fourmis (Avril, Mai, Juin). La deuxième étape s'est réalisée au laboratoire pour la détermination des espèces.

### **I.2 Méthodes utilisées sur terrain**

Le travail du terrain nécessite un minimum de matériel de capture. L'échantillonnage des fourmis s'est effectuée selon deux méthodes qui sont les pots Barber et la récolte manuelle. L'inventaire réalisé, au niveau de la région d'étude, a duré trois mois : d'Avril à Juin 2024, à raison de quatre sorties par mois (chaque semaine).

#### **I.2.1 Méthode des pièges-trappes**

##### **I.2.1.1 Description de la méthode**

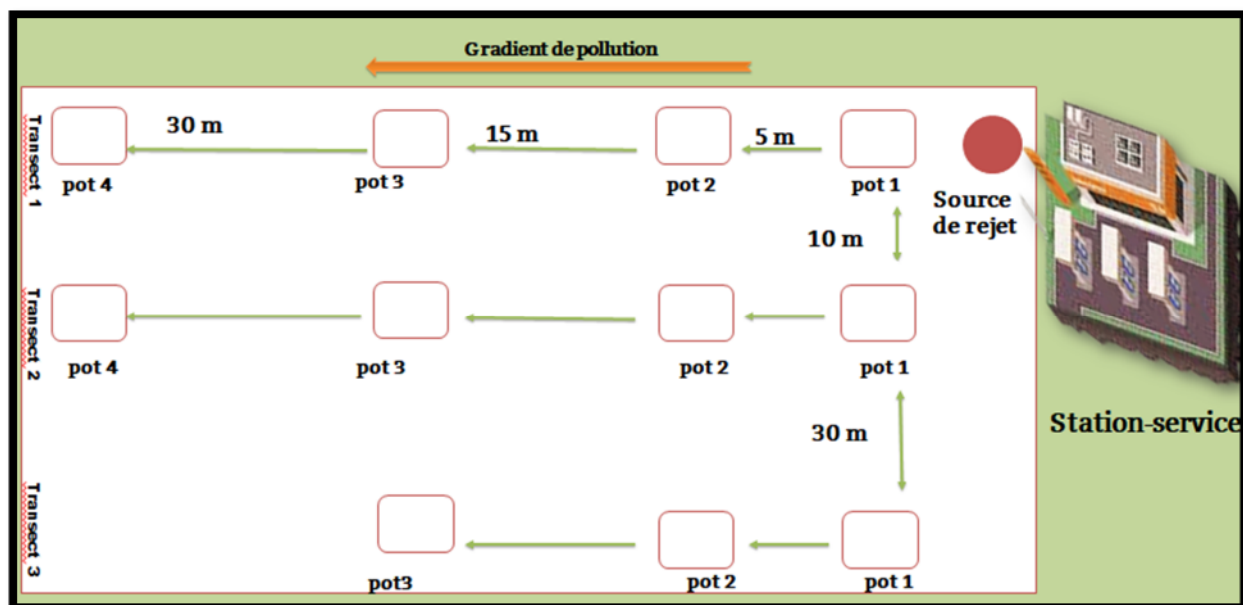
C'est le type de piège le plus couramment utilisé pour recueillir des invertébrés, notamment les arthropodes qui se déplacent à la surface du sol ainsi qu'un grand nombre d'insectes volants qui viennent se poser à la surface ou qui y tombent emportés par le vent (Benkhelil, 1991) (Fig. 7).



**Figure 1** : pièges-trappes en place (photo originale, 2024)

Les pièges sont constitués de 11 gobelets en plastique d'un diamètre de 8 cm et d'une hauteur de 10 cm, enterrés verticalement de façon que l'ouverture soit à ras du sol. La terre est bien tassée autour de chaque pot afin d'éviter l'effet barrière pour les petites espèces. Les pots sont remplis d'eau jusqu'au tiers de leur hauteur (Fig.7). Une goutte de savon liquide, est ajoutée dans chaque pot jouant le rôle de mouillant ; ce qui va empêcher les insectes piégés de se sauver. Ils sont déposés en ligne sur trois transects, dont le transect 1 se situe à 5m de la source de pollution, le transect 2 à 10 m, et le transect 3 à 30 m). Quatre pots ont été délimitées pour les transects 1 et 2, et trois pots pour le transect 3 (on a éliminé le pot 4 à cause des travaux dans le site). Le premier pot est situé près du point de rejet (zone supposée la plus polluée) et le quatrième pot dans la zone non polluée (zone la plus éloignée du point de rejet).

Le contenu des boites est récupéré après 48 heures dans des tubes en verre qui portent des étiquettes mentionnant les indications de date et de lieu de prélèvement. Ces derniers seront ramenés au laboratoire pour effectuer la détermination des espèces capturées.



**Figure 2 :** Plan expérimental des pièges-trappe dans la station d'étude

### I.2.1.2 Avantages de la méthode

Selon Chazeau et *al.* (2003), les pots trappes ou pots Barber donnent une assez bonne image des communautés de fourmis. Cette méthode est souvent utilisée et présente les avantages suivants :

- Elle est facile à mettre en œuvre et non couteuse car elle ne nécessite pas beaucoup de matériel.
- Elle permet de piéger les insectes à mœurs crépusculaire et nocturne ;
- Les individus piégés sont noyés et, de ce fait, ne peuvent pas ressortir du piège.

### I.2.1.3 Inconvénients de la méthode

L'inconvénient majeur qu'on a signalé sur le terrain est lié aux facteurs climatiques. En effet, les fortes pluies peuvent inonder les pots dont le contenu déborde entraînant vers l'extérieur les spécimens capturés. De même, lorsqu'il fait chaud en été, l'eau des pots risque de s'évaporer.

D'autre part, cette méthode peut amener à la capture d'espèces non-cibles ; micro-mammifères, reptiles et mollusques terrestres tels les escargots qui en se décomposant rendent difficile la récupération des insectes. Par ailleurs, la détérioration et le déterrement des pièges peut survenir par d'éventuels passages de sangliers *Sus scrofa* ou par l'intervention de l'homme.

Pour éviter cet inconvénient, il est conseillé d'augmenter le nombre de boîtes jusqu'à 10 ou même davantage (Benkhelil, 1991).

### **I.2.2 Méthode manuelle**

D'après McGavin (2000), la meilleure époque de l'année pour effectuer des relevés s'étend de la fin avril à la fin juillet. Les fourmis sont, alors, en pleine activité et occupent les chambres artificielles de leurs nids. En effet, pendant la période froide (fin octobre à Avril) toute recherche est inutile, les fourmis se réfugiant pour hiverner dans les basses chambres (Hölldobler & Wilson, 1993).

Durant cette étude, nous avons capturé le maximum de fourmis apparues au parcours au cours de 7 sorties sur le terrain; sous les pierres et les débris végétaux, sous les écorces des arbres et dans les troncs morts

La méthode manuelle, selon Lamotte et Bourliere (1969) et Bernadou et *al.* (2006), consiste en un prélèvement direct à la main ou en utilisant une paire de pinces souples ou un sachet afin d'éviter les morsures. Les échantillons récupérés sont conservés dans des tubes avec une étiquette portant le nom de la station, la date, le lieu et la méthode d'échantillonnage.

### **I.2.3 Méthodes utilisées au laboratoire**

Les espèces de fourmis récoltées dans la station d'étude sont par la suite, conservées dans des tubes contenant de l'alcool éthylique à 70 % afin de les identifier et donner leur position systématique. Dans la présente étude, l'identification a été réalisée à partir des clés d'identification de Bernard et de Cagniant (1959). La systématique a, ensuite, été confirmée par Mr Sadou.

#### **I.2.3.1 Principaux caractères systématiques intervenants dans l'identification**

Les fourmis sont identifiées après examen de certains critères systématiques propres à chaque espèce. La détermination a toujours lieu sous la loupe binoculaire. Trois caractères systématiques ont été utilisés :

##### **➤ Le pétiole**

C'est le premier caractère employé dans la détermination des fourmis. Il permet de distinguer entre les différentes sous familles.

### ➤ **La tête**

Chez les fourmis, la tête est aussi un organe utilisé dans la détermination.

### ➤ **Le thorax**

Le thorax chez les fourmis ouvrières est simple et se compose de trois parties principales qui sont le prothorax, le mesothorax et le métathorax alors que cette partie de l'insecte est un peu plus complexe chez les sexuées. Les trois parties du thorax se subdivisent en deux parties l'une antérieure et l'autre postérieure.

### **I.3 Traitement des données**

Pour l'exploitation de nos résultats, nous avons utilisé un certain nombre d'indices écologiques de composition et de structure.

#### **Indices écologiques de composition**

##### **Richesse totale (S)**

La richesse totale d'une biocénose correspond à la totalité des espèces qui la composent (Ramade, 1984). Elle est définie comme étant le nombre d'espèces obtenues après une série de relevés sur différentes stations (Blondel, 1979 ; Barbaul, 2000).

##### **Abondance relative ou fréquence centésimale**

Selon Dajoz (1985), c'est le pourcentage des individus d'une espèce ( $n_i$ ) par rapport au total des individus ( $N$ ) de toutes les espèces confondues. Elle est calculée selon la formule suivante

$$AR\% = n_i/N * 100$$

AR% : Abondance relative

$n_i$  : nombre d'individus de l'espèce prise en considération.

$N$  : nombre total des individus de toutes les espèces confondues.

##### **Fréquence d'occurrence**

Selon Faurie et al. (2003), la fréquence d'occurrence d'une espèce ( $P_i$ ) est égale au rapport du nombre de relevés ( $n$ ) où l'espèce est présente sur le nombre total de relevés ( $P$ ) effectués. Elle est calculée selon la formule suivante :

$$FO\% = P_i * 100 / P$$

$P_i$  : nombre de relevés contenant l'espèce étudiée.

$P$  : nombre total des relevés effectués.

En fonction de la valeur de l'occurrence, Faurie et al.(2003) rangent les fréquences en 5 classes :

**La classe I** où la fréquence est comprise entre 0 et 20 %, l'espèce est très rare.

**La classe II** avec une fréquence comprise entre 21 et 40 %, l'espèce est rare ou accidentelle.

**La classe III** où la fréquence est comprise entre 41 et 60 %, l'espèce est relativement fréquente.

**La classe IV** où la fréquence est comprise entre 61 et 80 %, l'espèce est abondante.

**La classe V** où la fréquence est comprise entre 81 et 100 %, l'espèce est très abondante ou constante.

### Indices écologiques de structure

#### Indice de diversité de Shannon-Weaver

Cet indice informe sur la structure du peuplement dont provient l'échantillon et sur la façon dont les individus sont répartis entre les diverses espèces (Daget, 1979). Selon Dajoz (1996), l'indice de Shannon  $H'$ , fondé sur la théorie de l'information, est calculé comme suit :

$$H' = -\sum P_i \log_2 P_i$$

$H'$  : Indice de diversité de Shannon exprimé en unité bits.

$p_i$  : Abondance relative de chaque espèce ; elle est égale à  $n_i/N$ .

$n_i$  : Abondance de l'espèce de rang  $i$ .

$N$  : Nombre total d'exemplaires récoltés.

### **Indice d'équitabilité de PIELOU (1966)**

C'est le rapport entre l'indice de diversité de Shannon et l'indice de la diversité maximale et correspond au nombre d'espèces des peuplements (Barbault, 2000).

L'équitabilité ou l'équi-répartition s'obtient par la formule suivante :

$$E = H'/H \text{ max}$$

$H_{\text{max}} = \log_2 S$  (avec  $S$  : richesse spécifique).

L'équitabilité varie entre 0 et 1 ; elle tend vers 1 lorsque les effectifs des populations sont équilibrés, et vers 0 lorsque les effectifs des populations sont très inégaux

### **Indice de diversité de Simpson (1-D)**

Selon GRALL & COÏC (2006), l'indice de Simpson a été reformulé afin d'établir un indice directement représentatif de l'hétérogénéité en retranchant l'indice de Simpson à sa valeur maximale : 1. Cette nouvelle formulation constitue l'indice de diversité de Simpson donné par la formule suivante :

$$D = 1 - \sum [(n_i - 1) / (N(N - 1))]$$

$D$  = valeur de l'hétérogénéité mesurée dans la population échantillonnée

$n_i$  = nombre d'individus dans l'espèce  $i$

$N$  = nombre total d'individus.

Cet indice varie donc de 0 (diversité minimum) à 1 (diversité maximum).

### **Analyse de la Variance (ANOVA)**

L'Analyse de la Variance (ANOVA) est une méthode statistique utilisée pour comparer les moyennes de trois groupes ou plus afin de déterminer si des différences significatives existent entre elles. Elle repose sur l'hypothèse que les échantillons proviennent de populations normalement distribuées avec des variances homogènes (Montgomery, D. C. 2017).

### **Indice de Chao**

Estime le nombre d'espèce réel dans l'environnement à partir du nombre d'espèces dans l'échantillon

# **CHAPITRE IV : Résultat et discussion**

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

### I.1 Résultats

L'échantillonnage mené dans la station-service de Fréha nous a permis de récolter 2594 individus de 21 espèces de fourmis réparties en 7 genres et 3 sous-familles : **Dolichoderinae** (*Tapinoma*, *Lasius*), **Formicinae** (*Cataglyphis*, *Camponotus*, et **Myrmicinae** (*Aphaenogaster*, *Messor*, *Monomorium*) (Tab. 4).

**Tableau 1** : Les espèces recensées dans le site d'étude

Sous-Famille	Espèces
Formicinae	<i>Cataglyphis viatica</i> (Fabricius, 1787)
	<i>Cataglyphis emma</i> (Forel, 1909)
	<i>Camponotus barbarus</i>
	<i>Camponotus lateralis</i> (Olivier, 1792)
	<i>Camponotus ruber</i> (Emery, 1925)
	<i>Camponotus sp</i>
	<i>Aphenogaster dipilis</i> (Santschi, 1911)
	<i>Monomorium salomonis</i> (Linnaeus, 1758)
	<i>Monomorium salomonis molestum</i> (Santschi, 1910)
	<i>Monomorium subapacum</i> (Hetrick 2006)
	<i>Messor barbarus</i> (Linnaeus, 1787)
	<i>Messor lobicornis</i> (Forel, 1894)
	<i>Messor capitatus</i> (Latreille, 1798)
Myrmicinae	<i>Messor barbarus politus</i> (Karavaiev, 1912)
	<i>Messor caviceps</i> (Forel, 1902)
	<i>Messor medioruber</i> (Santschi, 1910)
	<i>Messor medioruber politus</i>
	<i>Messor berbericus</i> (Bernard, 1955)
Dolichoderinae	<i>Tapinoma magnum</i> (Mayr, 1861)
	<i>Tapinoma simrothi</i> (Krausse, 1911)
	<i>Lasius niger</i> (Linnaeus, 1758)

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION



*Cataglyphis viatica* (sexuée)



*Cataglyphis emma*



*Lasius niger*



*Cataglyphis viatica*



*Messor medioruber*



*Messor medioruber politus*

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION



*Companitus sp*



*Messor capitatus*



*Componutus letralis*



*Companitus robere*



*Messor monomorium*



*Messor lobicornus*



*Monomorium salomonis molestum*

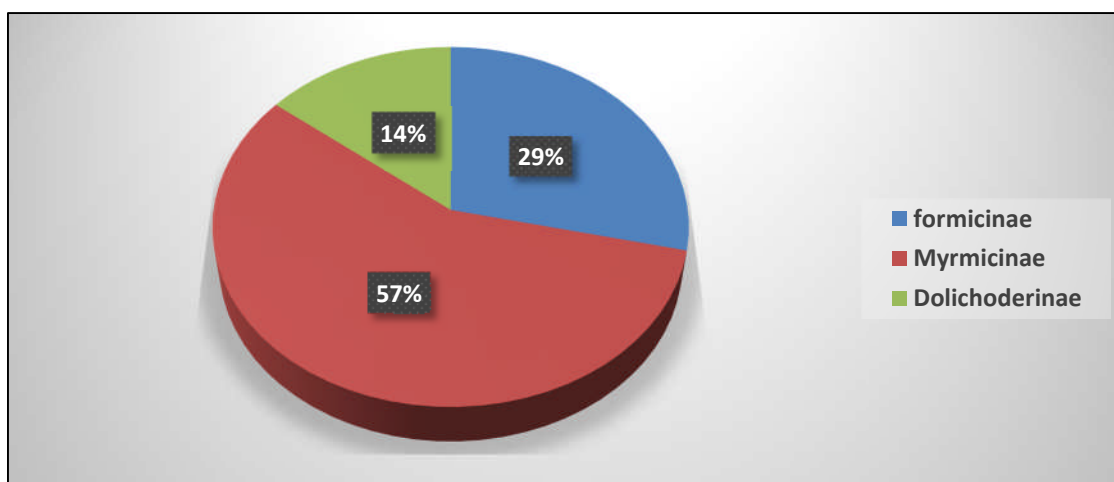


*Messor barbarus*

**Figure 1:** illustration de certaines espèces de fourmis récoltées (original,2024).

### IV.1.1 Diversité de la myrmécofaune dans le site étudié

Pour la totalité des espèces identifiées, nous avons constaté une dominance de la sous-famille des Myrmicinae (58 %) suivie par la sous-famille des Formicinae avec (28%) et vient, en dernier, la sous famille des Dolichoderinae (14 %) (Fig. 9).

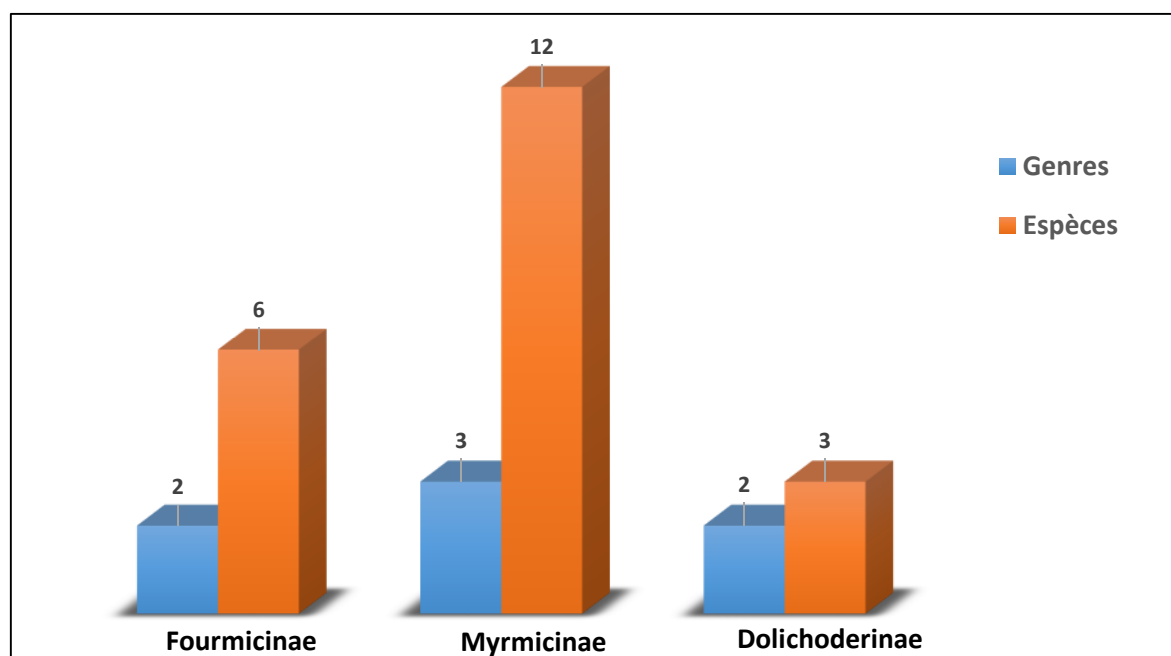


**Figure 2 :** Proportion des sous familles dans le site d'étude

Parmi les espèces recensées, nous avons enregistré des spécimens sexués : 1 *Messor medeoruber* au mois d'avril, 8 *Cataglyphis viatica* (3 femelles et 1 mâle), 3 *Messor barbarus*, 5 *Tapinoma simrothi*, 1 *Tapinoma magnum* et 1 *Messor medeoruber* au mois de mai. En mois de juin nous avons enregistré 1 *Tapinoma magnum*, 1 *Cataglyphis viatica*.

### I.1.1 Contribution des espèces pour chaque sous-famille

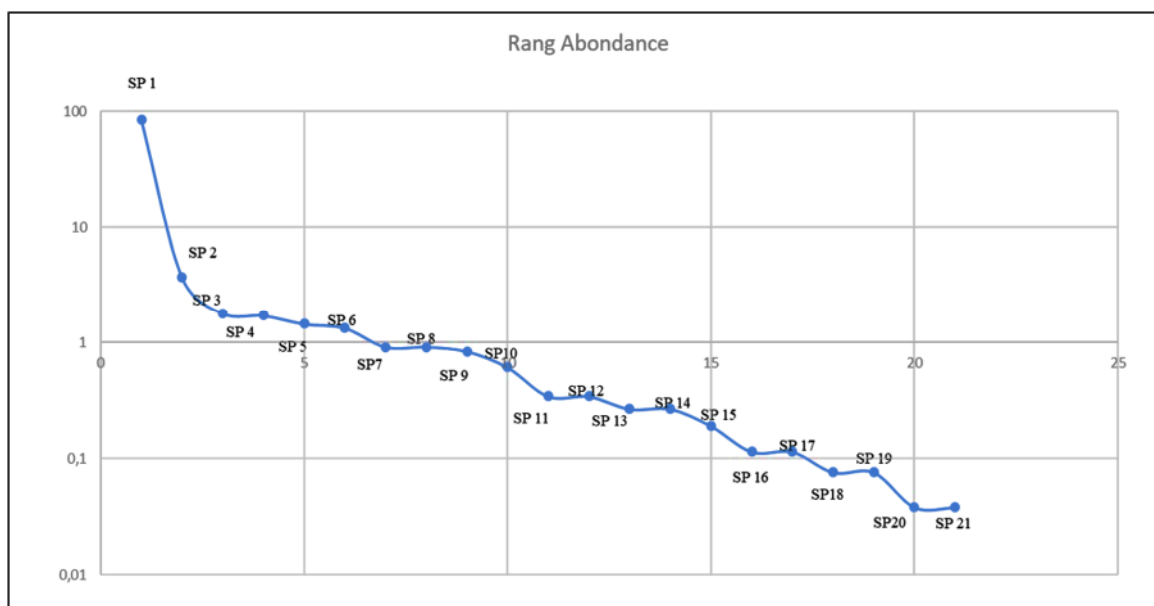
L'analyse de la figure 10 montre que les Myrmicinae prédominent en nombre de genres (3), (*Aphaneogaster*, *Monomorium*, et *Messor*), et en nombre d'espèces (12). Elle est suivie par les Formicinae avec 2 genres (*Cataglyphis* et *Camponotus*) et 6 espèces. Les Dolichoderinae, quant à eux, ont contribué avec 3 espèces appartenant à 2 genres (*Tapinoma* et *Lasius*).



**Figure 3 :** Importance des sous-familles, des genres et des espèces de fourmis capturés à Fréha

### I.1.2 Abondance relative des fourmis dans le site d'étude

L'espèce la plus abondante à Fréha est *Cataglyphis viatica* (RA = 84,83 %). Elle est suivie par *Messor barbarus*, *Monomorium salamonis* et *Tapinoma magnum* avec des abondances relatives respectives de 3,70 %, 1,79 % et 1,71 %. Les espèces *Monomorium salamonis molestum*, *Cataglyphis emmae*, *Lasius niger*, *Camponotus sp*, *Camponotus ruber* et *Camponotus barbarus* présentent des taux faibles allant de 0,03 à 0,11 % (Fig. 11).



**Figure 4 :** Courbe de Rang-abondance pour l'abondance relative (Log10 ni/N) des espèces de fourmis collectées à Fréha.

sp 1 : *Cataglyphis viatica* ; sp 2 : *Messor barbarus* ; sp 3 : *Monomorium salomonis*; sp 4 : *Tapinoma magnum*; sp 5 : *Messor capitatus*; sp 6 : *Messor medioruber*; sp 7 : *Messor lobicornis*; sp 8 : *Messor berbericus*; sp 9 : *Aphaneogaster depilis*; sp 10 : *Messor medioruber politus*; sp 11 : *Tapinoma simrothi*; sp 12 : *Messor barbarus politus*; sp 13 : *Camponotus lateralis* sp 14 : *Messor caviceps*; sp 15 : *Monomorium subacum*; sp 16 : *Monomorium salomonis molestum*; sp 17 : *Cataglyphis emmae*; sp 18 : *Lasius niger*; sp 19 : *Camponotus Sp*; sp 20 : *Camponotus ruber*; sp 21 : *Camponotus barbarus*.

### I.1.3 Fréquences d'occurrences ou centésimales des fourmis

Les espèces accidentelles sont au nombre de dix à savoir *Cataglyphis emmae* , *Camponotus barbarus* (FO=18,18%), *Camponotus lateralis*, *Camponotus ruber*, *Camponotus sp*, *Messor caviceps*, *Messor medioruber politus*, *Lasius niger* , *Messor berbericus* avec une valeur de (FO=9,09%), et *Camponotus barbarus* (FO=18,18%)(tab.5).

Quatre espèces accessoires sont enregistrées ; *Aphenogaster dipilis* , *Monomorium salomonis molestum* (FO =27,27%), et *Messor barbarus politus*, *Tapinoma simrothi* (FO = 36,36%).

Trois espèces sont régulières: *Messor lobicornis*, *Messor capitatus*, *Messor medioruber* pour une fréquence de 54,54%.

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

Les espèces omniprésentes sont : *Monomorium salomonis*, *Messor barbarus*, *Tapinoma magnum* (FO = 81,81%) et *Cataglyphis viatica* (FO= 100%).

**Tableau 2 :** Fréquences d'occurrences (FO%) des Formicidae échantillonnés.

Espèces	FO%	Catégorie
<i>Cataglyphis viatica</i>	<b>100%</b>	<b>O</b>
<i>Cataglyphis emma</i>	<b>9,09%</b>	<b>Ac</b>
<i>Camponotus barbarus</i>	<b>18,18%</b>	<b>Ac</b>
<i>Camponotus lateralis</i>	<b>9,09%</b>	<b>Ac</b>
<i>Camponotus ruber</i>	<b>9,09%</b>	<b>Ac</b>
<i>Camponotus sp</i>	<b>9,09%</b>	<b>Ac</b>
<i>Aphenogaster dipilis</i>	<b>27,27%</b>	<b>A</b>
<i>Monomorium salomonis</i>	<b>81,81%</b>	<b>O</b>
<i>Monomorium salomonis molestum</i>	<b>27,27%</b>	<b>A</b>
<i>Monomorium subacum</i>	<b>18,18%</b>	<b>Ac</b>
<i>Messor barbarus</i>	<b>81,81%</b>	<b>O</b>
<i>Messor lobicornis</i>	<b>54,54%</b>	<b>R</b>
<i>Messor capitatus</i>	<b>54,54%</b>	<b>R</b>
<i>Messor barbarus politus</i>	<b>36,36%</b>	<b>A</b>
<i>Messor caviceps</i>	<b>9,09%</b>	<b>Ac</b>
<i>Messor medioruber</i>	<b>54,54%</b>	<b>R</b>
<i>Messor medioruber politus</i>	<b>9,09%</b>	<b>Ac</b>
<i>Messor berbericus</i>	<b>18,18%</b>	<b>Ac</b>
<i>Tapinoma magnum</i>	<b>81,81%</b>	<b>O</b>
<i>Tapinoma simrothi</i>	<b>36,36%</b>	<b>A</b>
<i>Lasius niger</i>	<b>9,09%</b>	<b>Ac</b>

FO : Fréquence d'occurrence, Catégorie ; **R** : régulière, **A** : accessoire, **Ac** : accidentelle, **r** : rare, **O** : omniprésente.

### I.1.4 Diversité du peuplement

Le tableau 06 englobe plusieurs paramètres de diversité qui l'indices de diversité de Shannon ( $H'$ ) ainsi que l'indice de Simpson 1-D et l'indice d'équitabilité de Pielou, appliqués aux espèces de fourmis.

- Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon ( $H'$ ) varient entre 0,31 et 1,11 bits. Le pot 2 du transect 1 représente la diversité la plus élevée ( $H' = 1,11$  bits). la plus faible valeur de diversité est enregistrée dans le pot 1 du transect 3 (0,31 bits).
- Quant à la répartition des espèces, la valeur de l'équitabilité de Pielou est élevée au niveau du pot 1T2 et elle est beaucoup moins importante au niveau du pot 2T3.
- L'équitabilité tend vers 0, dans la totalité des pots, ce que signifie qu'il y a une espèce qui domine les autres et il s'agit de *Cataglyphis viatica*.
- Les valeurs de l'indice de Simpson (1-D) tendent vers 0, cela implique une faible diversité.
- L'indice de Chao 1 montre une richesse spécifique supérieure à la richesse observée ( $S_{obs} = 21$ ), cela signifie, au regard des 21 espèces rencontrées, qu'il resterait, en moyenne, 7 espèces de fourmis à découvrir dans le site.

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

**Tableau 3** : Valeurs de l'indice de diversité de Shannon, l'indice de Simpson et l'indice d'équitabilité dans le site d'étude.

1T1 : pot 1 du transect 1, 1T2 : Pot 2 du transect 1, 1T3 : pot 3 du transect 1, 1T4 : Pot 4 du transect 1.

<i>Pots</i>	<i>Nombre d'espèces</i>	<i>H'</i>	<i>Equitabilité J</i>	<i>Simpson 1-D</i>	<i>Dominance D</i>	<i>Chaou-I</i>
1T1	10	0,6263	0,272	0,2295	0,7705	10
1T2	10	1,115	0,4843	0,4832	0,5168	11
1T3	10	0,9211	0,4	0,3703	0,6297	10,5
1T4	10	0,9087	0,3946	0,3617	0,6383	10
2T1	8	0,3566	0,1715	0,129	0,871	13
2T2	5	0,4305	0,2675	0,176	0,824	5
2T3	2	0,4027	0,0581	0,01333	0,9867	2
2T4	10	0,743	0,3227	0,2819	0,7181	10
3T1	5	0,3138	0,195	0,1199	0,8801	5
3T2	5	0,4247	0,2639	0,1712	0,8288	5
3T3	8	0,7045	0,3388	0,2832	0,7168	8,5

2T1 : pot 1 du transect 2, 2T2 : pot 2 du transect 2, 2T3 : pot 3 du transect 2, 2T4 : Pot 4 du transect 2.

3T1 : pot 1 du transect 3, 3T2 : pot 2 du transect 3, 3T3 : pot 3 du transect 3.

## I.1.5 Comparaison des points d'échantillonnage.

Le test ANOVA à un seul facteur a révélé une différence hautement significative entre les pièges utilisés pour les fourmis ( $F=78,67$ ,  $P=1.81E-14$ ) (Tab. 7).

**Tableau 4 :** Valeur de test ANOVA à un facteur.

Test for equal means					
	Sum of sqrs	df	Mean square	F	p (same)
Between groups	483,955	1	483,955	78,67	1,87E-15
Within groups	935,091	152	6,15191	Permutation p (n=99999)	
Total:	1419,05	153	1,00E-05		
Components of variance (only for random effects):					
Var(group):	6,20523	Var(error):	6,15191	ICC:	0,502157
omega2:	0,3353				
Levene's test p (same):		1,35E-11			
Levene's test p (same):		2,81E-11			
Welch F test in the case of unequal variances: $F=78,67$ , $df=107,2$ , $p=1,81E-14$					

Le résultat du test d'ANOVA à un facteur pour les différents pots Barber indique que la variation entre les moyennes des pièges est significativement plus grande que la variation à l'intérieur des groupes. Une valeur élevée de F (78,67) suggère une forte différence entre les moyennes des différents pots. La faible valeur de p-value de ( $1.81 \times 10^{-14}$ ) confirme que cette différence est très peu probable de se produire par pur hasard. En résumé, il existe des différences significatives entre les moyennes des pièges dans les différents pots, ce qui suggère que les pots sont déposés selon un gradient de pollution.

## I.2 Discussion

### I.2.1 Proportions des trois sous-familles dans le site d'étude

La présente étude nous a permis le recensement de 21 espèces de fourmis dans la station-service Aillam à Fréha, appartenant à 7 genres et trois sous-familles.

La prépondérance des Myrmicinae a aussi été signalée dans une étude sur les Formicidés dans deux stations de l'Algérois par Dehina (2009), par Djoua (2011) qui a fait une étude sur les Formicidés dans cinq stations de la Kabylie, et par Sadou (2022) au Djurdjura et Hennine et al.(2019) dans la petite Kabylie.

La forte dominance des Myrmicinae pourrait s'expliquer par le fait qu'elles représentent la sous-famille de fourmis la plus large et un groupe dominant dans plusieurs habitats terrestres (Marsh, 1986) mais aussi grâce à leur capacité d'adaptation aux changements des conditions environnementales (Savitha *et al.*, 2008).

L'inventaire est basé sur deux méthodes d'échantillonnage très utilisées par les entomologistes, il s'agit de la méthode des pots Barber ou pièges trappes et la méthode manuelles.

Après avoir déterminé les différentes sous-familles qui composent la myrmécofaune, les systématiciens suggèrent plusieurs autres critères de classification s'appuyant sur le nombre d'articles antennaires ou la forme de la tête et du thorax, etc. Les informations ainsi recueillies par ces examens anatomiques, en fonction de la fourmi à identifier, permettent de définir le genre.

### **1.2.1.1 Indice de diversité de Shannon et d'équitabilité appliquées sur les espèces de Formicidae capturées.**

D'après Du Merle (1978), lorsque l'indice de Shannon est grand et une valeur de l'équitabilité proche de zéro, ceci implique une grande diversité du milieu prospecté.

Dans les différents pots échantillonnés au cours de notre étude, les valeurs de l'indice de Shannon obtenues sont élevées, proches de 1 et la valeur de E est proche de 0 pour les pots 1, 2,3 et 4 du transect 1 (le plus proche de la source de pollution) le pot 4 du transect 2 et le pot 3 du transect 3 (non pollué). Ces valeurs indiquent, que le site est dominé par une ou quelques espèces, et que ces espèces sont réparties de manière inégale.

Les hydrocarbures peuvent avoir des effets toxiques sur les espèces végétales et les organismes vivants du sol lorsque le milieu atteint un niveau élevé de concentration (Tang *et al.*, 2011).

Au niveau des communautés, il a été observé, une différenciation des communautés vivant sur des sols contaminés par les produits pétroliers et celles vivant sur des sols non contaminés (Dazy *et al.*, 2009 ; Erstfeld et Snow-ashbrook, 1999).

Les fourmis constituent de bons indicateurs écologiques ; elles manifestent une sensibilité aux changements environnementaux (Cagniant, 1972 ; Ramage et Ravary, 2015).

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

D'après les résultats obtenus, nous notons la présence de quatre espèces indicatrices de la pollution à savoir *Monomorium salomonis*, *Messor barbarus*, *Tapinoma magnum*, et *Cataglyphis viatica*, qui sont abondantes. Elles sont considérées comme des espèces très adaptatives.

Il existe plusieurs études qui se sont penchées sur la résistance à la pollution chez *Cataglyphis viatica*. Ces chercheurs ont examiné les mécanismes physiologiques et comportementaux qui permettent à ces fourmis du désert de s'adapter à des environnements pollués. Les auteurs comme Cagniant, Cagniant, et Bagnères ont contribué à ces études en mettant en lumière les stratégies d'adaptation de *Cataglyphis viatica* face à la pollution. Cela souligne que les espèces de fourmis peuvent modifier leurs mécanismes d'adaptation en réponse à des niveaux de pollution variés, mais la capacité d'adaptation varie selon les espèces.

La fourmi *Messor barbarus* est souvent étudiée comme bio indicatrice des changements environnementaux en raison de sa sensibilité aux variations de leur habitat et de leur comportement social complexe. Elle est utilisée comme indicateur de la qualité du sol ; son activité de collecte de graines et sa nidification peuvent indiquer des changements dans la qualité du sol, tels que la compaction, la pollution ou l'érosion, selon Jean-Pierre Le Breton (1986) qui a étudié l'écologie et le comportement des fourmis en relation avec les changements dans leur habitat.

*Monomorium salomonis*, communément appelée « fourmi des Salomon », est reconnu comme un bioindicateur en raison de sa capacité à prospérer dans des environnements perturbés, notamment ceux affectés par des pratiques agricoles intensives. Cette espèce a été observée s'établir dans des habitats anthropiques, ce qui en fait un indicateur utile des changements environnementaux et de la santé des écosystèmes (Diame et al., 2015).

*Tapinoma simrothi* est une espèce de fourmi largement répandue dans les habitats urbains et sauvages de la péninsule arabe, ainsi que dans le nord de l'Algérie. Elle joue un rôle important dans les écosystèmes agricoles en protégeant les pucerons, ce qui peut influencer les populations d'insectes et la santé des cultures. En raison de sa capacité à prospérer dans des environnements perturbés, elle est considérée comme un bioindicateur potentiel de la santé des écosystèmes, permettant d'évaluer les impacts des activités humaines sur la biodiversité (Lévêque, et Lemoine, 2018).

## CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

On suggère que les espèces *Monomorium salomonis*, *Messor barbarus*, *Tapinoma magnum*, et *Cataglyphis viatica* peuvent être considérées comme résistantes à la pollution et capables de s'adapter aux hydrocarbures en modifiant leurs mécanismes. Cette proposition est justifiée par leur prédominance observée dans les pots proches des points de rejet, ce qui souligne leur capacité à prospérer malgré les conditions environnementales altérées par les polluants hydrocarbonés. Il est impératif de poursuivre les investigations dans ce domaine pour approfondir notre compréhension de leur adaptation et leur impact sur les écosystèmes affectés par la pollution.

# Conclusion

## CONCLUSION

Cette étude est une contribution pour enrichir les données relatives à la diversité, la distribution et une meilleure compréhension des effets des produits pétroliers sur les espèces de Formicidae.

L'échantillonnage des Formicidae a été réalisé par le biais de deux méthodes de capture (pots Barber et collecte manuelle) durant la période allant d'Avril à juin 2024, au niveau de la station-service Aillam située dans la commune de Fréha, à environ 30 kilomètres au sud de Tizi-Ouzou.

La richesse totale collectée est de 21 espèces de fourmis, regroupées en 7 genres et 3 sous-familles (Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae). Les Myrmicinae sont les plus répandues dans les relevées (58%) suivies par les Formicinae (28%), puis les Dolichoderinae (14%).

En termes d'espèces, les Myrmicinae sont les plus représentées avec 12 espèces qui sont : *Aphenogaster dipilis*, *Monomorium salomonis*, *Monomorium salomonis molestum*, *Monomorium subacum*, *Messor barbarus*, *Messor lobicornis*, *Messor capitatus*, *Messor barbarus politus*, *Messor caviceps*, *Messor medioruber*, *Messor medioruber politus* et *Messor berbericus*. Les espèces des Formicinae inventoriées sont *Cataglyphis viatica*, *Cataglyphis emma*, *Camponotus barbarus*, *Camponotus lateralis*, *Camponotus ruber* et *Camponotus sp.* La sous famille des Dolichoderinae est représentée par trois espèces qui sont *Tapinoma magnum*, *Tapinoma simrothi* et *Lasius niger*

Les valeurs de l'indice de diversité de Shannon-Weaver, calculé pour les différentes zones échantillonnées, varient entre 0,31 et 1,11 bits. Le pot 2 du transect 1 (zone la plus proche de la source de pollution) représente la diversité la plus élevée avec  $H' = 1,115$  bits. La plus faible valeur de diversité est enregistré dans le pot 1 du transect 3 (zone la moins polluée) estimée à 0,31 bits. Quant à l'équitabilité, elle est élevée au niveau du le pot 1T2 (0,48), et beaucoup moins au niveau du le pot 2T3 (0,05). Ces valeurs tendent vers 0, cela indique que la répartition des individus entre les espèces est très inégale. Le site est dominé par les espèces : *Cataglyphis viatica*, *Messor barbarus*, *Monomorium salomonis* et *Tapinoma magnum*.

Les espèces de fourmis récoltées dans un environnement altéré par la présence des hydrocarbures peuvent servir de bioindicateurs écologiques fiables pour évaluer l'impact de la pollution. Leur composition, leur comportement et leur diversité peuvent refléter de manière précise l'état de santé de l'écosystème affecté. Par conséquent, nous suggérons d'élargir l'étude

## CONCLUSION

de ces fourmis pour une meilleure connaissance de la myrmécofaune notamment en élargissant la zone ainsi qu'en augmentant le nombre de stations afin de mieux cerner la diversité et la répartition des espèces de Formicidae, par rapport à cette pollution, Il serait aussi intéressant de réaliser des échantillonnages plus réguliers dans d'autres types de milieux pollués.

Enfin, nous proposons d'approfondir l'étude des caractéristiques des hydrocarbures chez les fourmis et d'analyser de manière génétique la capacité des fourmis résistantes à la pollution à ajuster leurs mécanismes pour survivre dans des environnements contaminés. Cette recherche permettrait d'identifier les gènes et les voies métaboliques impliqués dans la résistance des fourmis à la pollution, ouvrant ainsi la voie à des stratégies et de gestion environnementale plus efficace.

## Résumé

Ce mémoire examine la diversité des fourmis (Formicidae) en relation avec un gradient de pollution, visant à identifier des espèces bio indicatrices de la santé des écosystèmes. L'étude a été réalisée entre avril et juin 2024 près de la station-service Aillam à Fréha, où 21 espèces de fourmis ont été recensées, appartenant à 7 genres et 3 sous-familles. Les Myrmicinae ont été les plus abondantes, suivies, respectivement, par les Formicinae et les Dolichoderinae. Les résultats montrent une diversité plus élevée dans les zones proches de la source de pollution, avec un indice de Shannon variant de 0,31 à 1,11 bits. Les espèces dominantes identifiées incluent *Cataglyphis viatica*, *Messor barbarus*, *Monomorium salomonis* et *Tapinoma magnum*. Ces résultats suggèrent que certaines fourmis peuvent servir d'indicateurs biologiques efficaces pour évaluer l'impact des produits pétroliers sur l'environnement. En conclusion, cette étude souligne l'importance des fourmis comme outils de surveillance de la biodiversité et recommande d'étendre l'échantillonnage pour mieux comprendre la répartition des espèces dans les zones polluées et leur potentiel en tant que bio indicateurs.

**Mots clés :** Formicidae, diversité, pollution, station-service, Fréha.

## Abstract

This study examines the diversity of ants (Formicidae) in relation to pollution gradients, aiming to identify bioindicator species for ecosystem health. Conducted from April to June 2024 near a service station in Aillam, Fréha, the research documented 21 ant species across 7 genera and 3 subfamilies. The Myrmicinae subfamily was the most abundant, followed by Formicinae and Dolichoderinae. The findings indicate higher diversity in areas closer to the pollution source, with the Shannon diversity index ranging from 0.3138 to 1.115. Dominant species identified include *Cataglyphis viatica*, *Messor barbarus*, *Monomorium salomonis*, and *Tapinoma magnum*. These results suggest that certain ant species can serve as effective biological indicators for assessing the environmental impact of petroleum products. In conclusion, the study emphasizes the role of ants in biodiversity monitoring and recommends expanding sampling efforts to better understand species distribution in polluted areas and their potential as bioindicators.

**keywords :** Formicidae, diversity, pollution, service station, Fréha.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amimer, D. (2022). Diversité des Formicidae dans la région Illoula Oumalou (station ighil guilef et thazdot) dans deux vergers d'arbres fruitiers différents (figuier et cerisier) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- Ben Gougam, Cecilia, and Siham Nachef. Inventaire des Formicidae dans deux régions de la wilaya de Tizi-ouzou (Ain El Hammam et Azeffoun) dans des vergers de figuiers. Diss. Université Mouloud Mammeri, 2020.
- Benkhelil, M.L., (1991). Les techniques de récolte et de piégeage utilisées en entomologie.
- Bernadou A. Latil G. Fourcassier V. et Espadaler X. (2006) – Etude des communautés des fourmis d'une vallée Andorrane. Union inter. Etu. Insct. Soc., Colloque annuel de la section française, 24-27 avril 2006, Avignon : 1-4p
- Blondel J. (1979). Biogéographie et écologie, Ed., Masson, n° 4701, France. 173 p.
- Cagniant H., 1972. Note sur les peuplements de Fourmis en forêt d'Algérie. Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse 108 :386-390.
- Cagniant, H. (1966). Note sur le peuplement en fourmis d'une montagne de la région d'Alger, l'Atlas de Blida.
- Cagniant, H.(1968). Liste préliminaire de fourmis forestières d'Algérie. Résultats obtenus de 1963 à 1966. Bulletin de la société d'histoire naturelle de Toulouse, 104, 1-10.
- Chazeau J., Jourdan H., Bonnet DE Larbogne L., Konghouleux J., Chauvin C., Bouvarel I., Beloeil P.A., Orand J.P., Guillemot D., Currie C.R., Wong B., Stuart A.E., Schlitz, T.R., Rehner S.A., Mueller U.G., Sung G.H., Spatafora J.W. & Straus N.A. (2003). Ancient tripartite coevolution in the attine ant–microbe symbiosis. Science 299 : 386– 388p.
- Dajoz R. (1985). Précis d'Ecologie. Ed. Dunod, Paris ,505 p
- Dazy, M., Béraud, E., Cotelte, S., Grévilliot, F., Féraud, J.-F., & Masfaraud, J.-F. (2009).  
Dehina, N. (2009). Systématique et essaimage de quelques espèces de fourmis (Hymenoptera, Formicidae) dans deux régions de l'Algérois (Doctoral dissertation).
- Dib, D. (2021). Impact de la pollution du sol aux hydrocarbures sur la flore et la pédofaune dans quelques stations-services de la wilaya de Tizi Ouzou (Doctoral dissertation, Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou).

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Djioua, O. (2011). Inventaire des Formicidae dans quelques milieux forestiers et agricoles de la wilaya de Tizi-ouzou (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Fezani, R. (2022). Inventaire des Formicidae dans la région de Mâatkas (wilaya de Tizi-Ouzou) (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

Hamecha, L. (2021). Diversité myrmécologique (Hymenoptera, Formicidae) dans quelques habitats de la Kabylie (Tizi-Ouzou, Algérie) (Doctoral dissertation, Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou).

Hölldobler B. & Wilson EO. (1993)-Voyage chez les fourmis une exploration scientifique. Ed. du seuil, Paris, 247p.

Lamotte M. et Bourliere F. (1969) -Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Ed. Masson et Cie, Paris, 303 p.

Lévêque, C., et Lemoine, D. (2018). Monomorium salomonis and its role as a bioindicator species in disturbed habitats. Journal of Environmental Monitoring, 20(3), 512-520

Le Hir, P. (2014). Moisson inédite dans la steppe de Crau. Le monde Science & Médecine 30 avril p. 3. Pdf

Marsh A.C. (1986). Ant species richness along a climatic gradient in the Namib Desert. Journal of Arid Environments 11: 235-241p.

McGavin G. (2000)- Insectes, Araignée et autres Arthropodes terrestres. Ed. Larousse, Coll. « l'œil nature », paris, 225p

Ramade F. (2003). – Elément d'écologie. Ecologie fondamentale. 3ème édition. Dunod. Paris. Rapport bibliographique. Ecole doctorale Vie-Agro-Santé Université de Rennes, 23p.

RAMADE F., 1984 – Eléments d'écologie - Ecologie fondamentale-. Ed. McGraw-Hill, Paris,397 p.

Ramage T. et Ravary F., 2015. Les bioindicateurs myrmécologiques : synthèse bibliographique. Rapport de l'Observatoire de l'Environnement en NouvelleCalédonie (OEIL), 38p.

## REFERENCES BIBIOGRAPHIQUES

- Sadou, S. A. (2022). Diversité des fourmis dans quelques milieux de la grande Kabylie et leur rôle dans la régulation des population de la mouche méditerranéenne des fruits *ceratitis capitata* Wied, 1824 (Diptera: Tephritidae)[document électronique] (Doctoral dissertation, Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou).
- Satta, A., M. Verdinelli, L. Ruiu, F. Buffa, S. Salis, A. Sassu and I. Floris (2012). Combination of beehive matrices analysis and ant biodiversity to study heavy metal pollution impact in a post-mining area (Sardinia, Italy). *Environmental Science and Pollution Research* 19(9): 3977-3988. 10.1007/s11356-012-0921-1
- Savitha S., Barve N., Davidar P. (2008). Response of ants to disturbance gradients in and around Bangalore,India. *Tropical Ecology* 49(2): 235-243p.
- Savitha S., Barve N., Davidar P. (2008). Response of ants to disturbance gradients in and around Bangalore,India. *Tropical Ecology* 49(2): 235-243p.
- Seltzer, P. (1946). Le climat de l'Algérie. Inst. Météor. Et de phys. Du globe. Univ. Alger.
- Sid-Ali, S., Djamila, S. A. A., Fatiha, M. A. A., Ouiza, O., & Said, S. (2021). Diversity of Ants (Hymenoptera, Formicidae) in Two Forest Sites from Kabylia of Djurdjura, Northern Algeria. *Sociobiology*, 68(3), e6232-e6232.
- Tang, J., Wang, M., Wang, F., Sun, Q., & Zhou, Q. (2011). Eco-toxicity of petroleum hydrocarbon contaminated soil. *Journal of Environmental Sciences (China)*, 23(5),
- Tiede, Y., J. Schlautmann, D. A. Donoso, C. I. B. Wallis, J. Bendix, R. Brandl and N. Farwig (2017). Ants as indicators of environmental change and ecosystem processes. *Ecological Indicators*: in press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.029>
- Hoffmann, B. D., & Jones, D. T. (1999). "Ants as bioindicators of environmental change." In *The Biology of Ants* (pp. 453-465). Springer.

### Liens bibliographique

Antweb : <https://www.antweb.org/>.

Changes in plant communities along soil pollution gradients: Responses of leaf antioxidant enzyme activities and phytochelatin contents. *Chemosphere*, 77(3), 376–383.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.07.021>

Erstfeld, K. M., & Snow-Ashbrook, J. (1999). Effects of chronic low-level PAH contamination of soil invertebrate communities. *Chemosphere*, 39(12), 2117–2139.

[https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(98\)00421-4](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(98)00421-4)

<https://www.infoclimat.fr/climatologie/annee/2024/tizi-ouzou/valeurs/60395.html>

Tiede, Y., J. Schlautmann, D. A. Donoso, C. I. B. Wallis, J. Bendix, R. Brandl and N. Farwig (2017). Ants as indicators of environmental change and ecosystem processes. *Ecological Indicators*: in press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.029>